ChinaXiv合作期刊

5～9周龄大午粉1号商品代蛋雏鸡对饲粮能量和蛋白质的需要量研究[1]

张　蒙[1]　李　强[2]　刘　平[3]　许利军[4]　苏　坤[2]　王德贺[1]　周荣艳[1]　陈　辉[1*]

（1. 河北农业大学动物科技学院，保定 071000；2.河北农业大学动物医学院，保定 071000；3.河北大午农牧集团种禽有限公司，保定 071000；4.保定市畜牧工作站，保定，071000）

摘　要:本试验通过建立饲粮能量或蛋白质水平与生长性能、血清生化指标、器官指数等指标的回归模型，旨在确定5～9周龄大午粉1号商品代蛋雏鸡对饲粮能量和蛋白质的需要量。选取810只遗传背景相同、体重接近、健康状态良好的28日龄大午粉1号商品代蛋雏鸡，随机分为9组，每组6个重复，每个重复15只蛋雏鸡。采用3×3双因素试验设计，设定饲粮中能量水平分别为12.42、11.92和11.42 MJ/kg，蛋白质水平分别为18.75%、17.75%和16.75%，共配制9种试验饲粮。试验期为35 d。结果显示：1）随着饲粮能量水平的升高，蛋雏鸡9周龄时胫长、胸宽、龙骨长、血清甘油三酯含量呈上升的趋势，5～9周龄平均日增重呈先下降后上升的趋势。2）随着饲粮蛋白质水平的升高，蛋雏鸡9周龄时体重（终末体重）、胸宽以及5～9周龄平均日增重呈先升高后降低的趋势。3）饲粮能量水平与蛋白质水平的互作效应对9周龄大午粉1号商品代蛋雏鸡的胸宽、龙骨长、血清甘油三酯含量有显著影响（$P<0.05$)。4）通过对蛋雏鸡胸宽、龙骨长、血清甘油三酯含量与饲粮能量水平进行二次曲线拟合，得出饲粮适宜能量水平分别为11.420、11.483、11.379 MJ/kg，平均值为11.427 MJ/kg；通过对9周龄时体重与饲粮蛋白质水平二次曲线拟合，得到饲粮适宜蛋白质水平为17.902%。综合蛋雏鸡体尺指标、生长性能、器官指数和血清生化指标得出，5～9周龄大午粉1号商品代蛋雏鸡的能量和蛋白质需要量分别为11.427 MJ/kg、17.902%。

关键词：大午粉1号商品代蛋雏鸡；能量；蛋白质；需要量；回归分析

收稿日期：2017-12-07

基金项目：国家蛋鸡产业技术体系（CARS-40-K20，CARS-40-S04）；保定市科学研究与发展计划项目（14ZN021）

作者简介：张　蒙（1994-），女，河南三门峡人，硕士研究生，从事动物营养与饲料科学研究。E-mail：1006387893@qq.com

*通信作者：陈　辉，副教授，硕士生导师，E-mail： 531613107@qq.com

chinaXiv:201812.00401v1

chinaXiv:201812.00401v1

饲料成本是影响家禽产业经济效益的主要因素之一[1]，而饲粮中能量和蛋白质水平则是评价饲粮营养价值的重要指标，且能量和蛋白质饲料约占饲料成本的85%[2]。Decuypere等[3]研究发现饲粮能量水平显著影响蛋鸡的生产性能以及对常见骨骼疾病的抵抗能力，Morris[4]研究发现蛋白质过量会影响蛋鸡对限制性氨基酸的利用，且Forbes等[5]研究发现蛋鸡在摄入低蛋白质饲粮后能选择性的摄入高蛋白质饲粮，以满足机体对营养物质的需要量。因此，饲粮中充足的能量和蛋白质是蛋鸡健康生长的基础。目前针对蛋鸡能量需要量的研究较多，但是不同蛋鸡品种对能量的需要量不尽相同。Murakami等[6]研究发现，海兰褐蛋鸡在1～16周龄摄入能量水平为12.35 MJ/kg、蛋白质水平为21%的单一饲粮对其产蛋期生长性能没有显著的影响。康相涛等[7]试验表明，5～8周龄固始鸡饲粮中适宜的能量水平为12.69 MJ/kg、蛋白质水平为18.20%。Raul da Cunha等[8]研究发现，罗曼褐壳蛋鸡1～6周龄饲粮中适宜能量和蛋白质水平分别为12.14 MJ/kg和21%，7～12周龄分别为11.30 MJ/kg和20%。童海兵等等[9]推荐仙居鸡饲粮中适宜的蛋白质水平为18.0%。大午粉1号是2013年我国自主培育对的蛋鸡品种，其具有产蛋率高、抗逆性强等特点，但饲养标准尚未完善。本试验拟通过研究饲粮中能量和蛋白质水平对5～9周龄大午粉商品代蛋雏鸡生长性能、血液生化指标以及器官指数的影响，探究5～9周龄大午粉商品代蛋雏鸡饲粮中适宜的能量和蛋白质水平，为其饲养标准的制订提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验动物与试验设计

试验选取28日龄的健康状态良好、体重接近、遗传背景相同的大午粉1号商品代蛋雏鸡810只，随机分为9组（Ⅰ～Ⅸ组），每组6个重复，每个重复15只。试验采用3×试双因素试验设计，设定能量水平分别为12.42（高能量）、11.92（中能量）、11.42 MJ/kg（低能量），蛋白质水平分别为18.75%（高蛋白质）、17.75%（中蛋白质）、16.75%（低蛋白质），共配制9种试验饲粮，分别高能量高蛋白质饲粮（Ⅰ组）、高能量中蛋白质饲粮（Ⅱ组）、高能量低蛋白质饲粮（Ⅲ组）、中能量高蛋白质饲粮（Ⅳ组）、中能量中蛋白质饲粮（Ⅴ组）、中能量低蛋白质饲粮（Ⅵ组）、低能量高蛋白质饲粮（Ⅶ组）、低能量中蛋白质饲粮（Ⅷ组）、低能量低蛋白质饲粮（Ⅸ组），试验饲粮组成及营养水平见表1。9种试验饲粮均为粉料，且

ChinaXiv合作期刊

除能量和蛋白质水平之外，饲粮中其他营养成分保持一致。饲养试验共持续 35 d。

1.2 饲养管理

饲养试验在河北大午农牧集团国家蛋鸡良种扩繁推广基地进行。蛋雏鸡在纵向通风的密闭鸡舍中采用 A 字型 3 层全阶笼养。鸡舍采用锅炉水暖保温，人工喂料，乳头式饮水器饮水。鸡舍内的温度、湿度、消毒和免疫程序均严格依照《大午粉 1 号饲养手册》执行。试验期间蛋鸡自由采食和饮水。

表 1　试验饲粮组成及营养水平（风干饲粮）

Table 1　Composition and nutrient levels of experimental diets (air-dry basis)　　%

项目 Items	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
原料 Ingredients									
玉米 Corn	58.45	68.65	66.10	60.59	63.15	63.65	56.33	58.31	66.25
家禽油 Poultry oil	0.90	0.00	1.45	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00
大豆粕 Soybean meal	19.00	21.40	19.10	21.50	20.30	19.30	21.50	18.60	13.10
棉籽粕 Cottonseed meal	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	3.00	3.00	2.00
玉米胚芽粕 Corn germ oil	8.00	0.20	6.10	6.70	8.00	5.20	8.00	8.00	8.00
干酒糟及其可溶物 DDGS	1.00	3.80	0.00	4.00	1.70	1.00	4.00	4.00	0.00
石粉 Limestone	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.30	1.25	1.30	1.20	1.25	1.30	1.20	1.25	1.30
食盐 NaCl	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
沸石粉 Zeolite powder	6.50	0.00	1.10	0.40	0.90	3.90	3.40	4.10	6.50
赖氨酸 Lys (70%）	0.18	0.10	0.18	0.02	0.09	0.18	0.00	0.12	0.18
蛋氨酸 Met (99%）	0.16	0.13	0.16	0.14	0.14	0.16	0.13	0.14	0.16
苏氨酸 Thr	0.07	0.03	0.07	0.01	0.03	0.07	0.00	0.04	0.07
枯草乳酸杆菌 *Bacillus subtills*	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
乙氧基喹啉 Ethoxyquin	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

chinaXiv:201812.00401v1

耐高温植酸酶 High temperature resistance phytase	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
维生素预混料 Vitamin premix[1)]	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
微量元素预混料 Microelement premix[1)]	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
胆碱 Choline	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels									
干物质 DM	88.18	87.05	87.51	87.38	87.41	87.75	87.80	87.85	88.18
粗蛋白质 CP	18.77	17.75	16.75	18.73	17.76	16.84	18.73	17.77	15.48
代谢能 ME/(MJ/kg)	12.44	12.43	12.42	11.93	11.94	11.95	11.43	11.46	11.43
钙 Ca	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.01
磷 P	0.55	0.57	0.55	0.58	0.57	0.55	0.58	0.57	0.55
可利用磷 AP	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
氯化钠 NaCl	0.34	0.41	0.32	0.41	0.36	0.34	0.41	0.41	0.34
粗灰分 Ash	12.26	5.77	6.92	6.45	6.89	9.62	9.43	10.01	12.26
粗纤维 CF	2.70	2.67	2.63	3.08	2.89	2.61	3.11	2.99	2.70
粗脂肪 EE	3.56	3.20	4.24	3.08	2.93	3.60	2.95	2.97	3.56
亚油酸 Linoleic acid	1.69	1.75	1.93	1.64	1.64	1.76	1.56	1.58	1.69
无氮浸出物 NFE	54.18	58.92	58.22	57.22	58.22	56.43	54.83	55.4	54.18
赖氨酸 Lys	0.83	0.83	0.83	0.84	0.83	0.83	0.84	0.83	0.83
蛋氨酸 Met	0.39	0.39	0.39	0.40	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39

57 [1)] 维生素和微量元素预混料为每千克饲粮提供 The vitamin and microelement premixes

chinaXiv:201812.00401v1

provided the following per kg of diets：VA 7 800 IU，VD_3 2 000 IU，VE 25 IU，VK_3 3.2 mg，硫胺素 thiamine 3 mg，VB_1 10.2 mg，叶酸 folic acid 0.9 mg，泛酸钙 calcium pantothenate15 mg，烟酸 nicotinic acid 45 mg，吡哆醇 pyridoxine 5.4 mg，VB_{12} 24 μg，生物素 biotin 150 μg，Cu 6.8 mg，Fe 66 mg，Zn 83 mg，Mn 80 mg，I 1 mg。

2) 粗蛋白质和代谢能均为实测值，其他营养水平为计算值。ME and CP were measured values, while the other nutrient levels were calculated values.

1.3 检测指标和方法

1.3.1 生长性能

试验以周为时间单位，每周最后 1 天 20:00 清理料槽，禁食不禁水，以重复为单位记录耗料量，每周第 1 天 08:00，每个重复选取 5 只蛋雏鸡测量体重、胫长、胸宽和龙骨长，并记录。以重复为单位计算平均日采食量（ADFI）、平均日增重（ADG）、料重比（F/G）。

1.3.2 血清生化指标

饲养试验结束后，每个重复随机选取 1 只蛋雏鸡，翅下静脉采血 3 mL 于促凝管中，静置待自然凝固后，3 500 r/min 离心 10 min 获得上清液。用试剂盒检测血清中葡萄糖、尿酸、总甘油三酯、总胆固醇、白蛋白、总蛋白的含量。以上指标测定试剂盒均购自南京建成生物工程研究所。

1.3.3 器官指数

试验试验结束后，每个重复随机选取 1 只蛋雏鸡，称重后颈静脉放血致死，开膛取心脏、肝脏、脾脏、胸腺、胰腺、法氏囊、十二指肠、空肠、回肠。剪去内脏器官上附着的脂肪组织，用滤纸吸干血水后称重，计算器官指数。测量十二指肠、空肠、回肠的长度，计算其相对长度。

器官指数（%）=（器官重/体重）×100；

小肠各段相对长度=小肠各段长度/小肠总长。

1.4 数据分析

试验数据用 Excel 2013 整理后，采用 SPSS 22.0 单因素方差分析（one-way ANOVA）程序处理数据，采用一般线性模型（GLM）程序中的多变量模型进行主效应和互作效应分析，各组间采用 LSD 多重比较法进行差异显著性分析，以 $P<0.05$ 为差异显著。互作效应显著时，通过回归程序中曲线估计建立多元线性方程；互作效应不显著、主效应显著时，拟合关

chinaXiv:201812.00401v1

于主效应的二次方程；曲线达到二次显著效应时，根据姚锖丹[10]的方法求得最大效应值，获得饲粮最适能量和蛋白质水平，即为能量和蛋白质需要量。

2　结果与分析

2.1 饲粮能量和蛋白质水平对 5~9 周龄大午粉 1 号商品代蛋雏鸡生长性能的影响

由表 2 可知示，饲粮蛋白质水平对蛋雏鸡的终末体重有显著影响（*P*＜0.05)，饲粮能量水平以及能量水平与蛋白质水平的互作效应对蛋雏鸡的终末体重均无显著影响（*P*＞0.05）。Ⅲ、Ⅴ、Ⅶ、Ⅷ、Ⅸ组蛋雏鸡的终末体重显著高于Ⅵ组（*P*＜0.05)。饲粮能量和蛋白质水平对蛋雏鸡的 ADG 均有显著影响（*P*＜0.05)，但饲粮能量水平与蛋白质水平的互作效应对蛋雏鸡的 ADG 无显著影响（*P*＞0.05）。Ⅱ、Ⅴ、Ⅶ、Ⅷ、Ⅸ组蛋雏鸡的 ADG 显著高于Ⅵ组（*P*＜0.05)。饲粮能量、蛋白质水平以及二者的互作效应对蛋雏鸡的 ADFI 和 F/G 均没有显著影响（*P*＞0.05)，但随着饲粮能量水平的升高，蛋雏鸡的 ADFI 和 F/G 均呈现先升高后降低的趋势。蛋雏鸡的 ADFI 和 F/G 各组间均没有显著差异（*P*＞0.05）。

表 2　饲粮能量和蛋白质水平对 5~9 周龄大午粉 1 号商品代蛋雏鸡生长性能的影响

Table 2　Effects of dietary energy and protein levels on growth performance of *Dawufen* No.1 commercial layer chicks aged 5 to 9 weeks

项目 Items		终末体重 FBW/g	平均日增重 ADG/[g/(d·只)]	平均日采食量 ADFI/[g/(d·只)]	料重比 F/G
组别 Groups	Ⅰ	1 024.53±66.95^{ab}	19.56±1.84^{ab}	45.40±3.23	2.32±0.26
	Ⅱ	1 062.53±96.22^{b}	21.06±2.79^{c}	46.18±3.26	2.20±0.24
	Ⅲ	1 040.67±87.96^{ab}	20.38±2.57^{abc}	46.05±3.56	2.26±0.12
	Ⅳ	1 040.8±81.94^{ab}	20.17±2.10^{abc}	46.41±3.15	2.31±0.24
	Ⅴ	1 053.33±82.36^{b}	20.81±2.44^{bc}	46.55±3.32	2.25±0.31
	Ⅵ	996.77±64.07^{a}	19.08±1.87^{a}	46.87±2.36	2.47±0.29
	Ⅶ	1 053.57±86.99^{b}	20.98±2.38^{c}	46.49±3.34	2.22±0.25
	Ⅷ	1 067.60±76.58^{b}	21.17±2.04^{c}	45.81±2.54	2.16±0.16

chinaXiv:201812.00401v1

	Ⅸ	1 055.07±99.24^{b}	20.95±3.02^{c}	45.87±4.32	2.19±0.19
主效应 Main effects					
能量	12.42	1 042.58±85.11^{ab}	20.34±2.48^{ab}	45.88±3.28	2.25±0.21
Energy level	11.92	1 030.30±79.56^{a}	20.02±2.24^{a}	46.61±3.27	2.34±0.28
/(MJ/kg)	11.42	1 058.74±87.33^{b}	21.03±2.49^{b}	46.06±3.28	2.19±0.19
蛋白质水平	18.75	1 039.92±79.50^{ab}	20.25±2.18^{a}	46.10±3.30	2.28±0.24
Protein	17.75	1 061.16±84.70^{a}	21.01±2.42^{b}	46.18±3.28	2.21±0.23
level/%	16.75	1 030.83±87.69^{b}	20.14±2.62^{a}	46.26±3.29	2.31±0.23
P 值 *P*-value					
能量水平 Energy level		0.073	0.014	0.540	0.070
蛋白质水平 Protein level		0.044	0.027	0.890	0.210
能量水平×蛋白质水平 Energy level×protein level		0.292	0.142	0.350	0.470

同列数据肩标不同小写字母表示差异显著(P<0.05)，相同或无字母表示差异不显著 (P>0.05)。下表同。

In the same column, values with different small letter superscripts mean significant difference (P＜0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P＞0.05). The same as below.

2.2 饲粮能量和蛋白质水平对 5~9 周龄大午粉 1 号商品代蛋雏鸡体尺指标的影响

由表 3 可知，饲粮能量水平对蛋雏鸡的胫长、胸宽和龙骨长均有显著影响（P＜0.05），蛋白质水平对蛋雏鸡的胫长、胸宽和龙骨长均无显著影响（P＞0.05），能量水平与蛋白质水平的互作效应对蛋雏鸡的胫长无显著影响（P＞0.05），但对胸宽和龙骨长有显著影响（P＜0.05）。Ⅴ、Ⅷ和Ⅸ组蛋雏鸡的胫长显著低于Ⅲ组（P＜0.05）；除Ⅰ和Ⅱ组蛋雏鸡的胸宽与Ⅲ组差异不显著（P＞0.05）外，其他各组均显著低于Ⅲ组（P＜0.05）；Ⅸ组蛋雏鸡的龙骨长显著低于Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ组（P＜0.05），Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ组之间差异不显著（P＞0.05）。随着饲粮能量水平的升高，蛋雏鸡的胫长、胸宽和龙骨长均呈升高趋势，胫长表现为能量水平为 11.42 MJ/kg 时显著低于能量水平为 12.42 MJ/kg 时（P＜0.05），胸宽和龙骨长均表现为能量水平为 11.42 MJ/kg 时显著低于能量水平为 11.92 和 12.42 MJ/kg 时（P＜0.05）。

表 3　饲粮能量和蛋白质水平对 5~9 周龄大午粉 1 号商品代蛋雏鸡体尺指标的影响

chinaXiv:201812.00401v1

ChinaXiv合作期刊

Table 3　Effects of dietary energy and protein levels on body size indexes of *Dawufen* No.1 commercial layer chicks aged 5 to 9 weeks　　mm

项目 Items		胫长 Tibia length	胸宽 Chest breadth	龙骨长 Keel length
组别 Groups	Ⅰ	93.20±4.31[abc]	63.37±0.90[cd]	83.15±2.05[bcd]
	Ⅱ	95.34±1.60[bc]	63.92±1.21[d]	83.89±0.47[d]
	Ⅲ	96.00±3.14[c]	64.03±0.59[d]	83.61±1.40[cd]
	Ⅳ	93.99±1.43[abc]	62.30±0.57[bc]	81.94±0.99[ab]
	Ⅴ	92.53±2.57[ab]	62.01±0.80[ab]	82.24±0.54[abc]
	Ⅵ	93.37±1.48[abc]	62.29±0.61[bc]	81.73±0.63[ab]
	Ⅶ	93.65±2.36[abc]	61.87±1.08[bc]	81.11±1.02[abc]
	Ⅷ	91.52±2.19[a]	62.03±1.21[ab]	82.16±1.48[ab]
	Ⅸ	92.99±2.30[a]	61.12±0.79[ab]	81.34±1.01[a]
主效应 Main effects				
能量水平 Energy level/(MJ/kg)	12.42	94.85±3.26[b]	63.77±0.93[a]	83.55±1.41[a]
	11.92	93.30±1.89[ab]	62.20±0.64[b]	81.97±0.73[b]
	11.42	92.72±2.33[a]	61.67±1.06[b]	81.54±1.21[b]
蛋白质水平 Protein level/%	18.75	93.61±2.80	62.51±1.05	82.07±1.60
	17.75	93.13±2.62	62.65±1.38	82.76±1.21
	16.75	94.12±2.56	62.47±1.38	82.23±1.42
P 值 *P*-value				
能量水平 Energy level		0.046	<0.001	<0.001
蛋白质水平 Protein level		0.518	0.829	0.165
能量水平×蛋白质水平 Energy level×protein level		0.110	<0.001	0.001

2.3 饲粮能量和蛋白质水平对 5~9 周龄大午粉 1 号商品代蛋雏鸡器官指数的影响

由表 4 可知，饲粮能量、蛋白质水平以及二者的互作效应对蛋雏鸡的心脏、肝脏、脾脏和法氏囊指数均没有显著影响（$P>0.05$）。Ⅰ、Ⅴ、Ⅶ、Ⅸ组蛋雏鸡的心脏指数显著低于Ⅵ

chinaXiv:201812.00401v1

ChinaXiv合作期刊

组（P＜0.05）。Ⅰ和Ⅷ组蛋雏鸡的肝脏指数显著低于Ⅱ和Ⅸ组（P＜0.05）。Ⅴ组蛋雏鸡的法氏囊指数显著高于Ⅳ和Ⅵ组（P＜0.05）。饲粮能量、蛋白质水平对蛋雏鸡的胰腺指数无显著影响（P＞0.05），但二者的互作效应对其有显著影响（P<0.05）。Ⅰ、Ⅲ、Ⅵ、Ⅶ、Ⅷ组蛋雏鸡胰腺指数显著低于Ⅳ组（P＜0.05）。饲粮蛋白质水平对蛋雏鸡的胸腺指数有显著影响（P＜0.05），但饲粮能量水平以及能量水平与蛋白质水平的互作效应对其无显著影响（P＞0.05）。饲粮蛋白质水平为 18.75%时蛋雏鸡的胸腺指数显著高于蛋白质水平为 16.75%和 17.75%时（P＜0.05）。

2.4 饲粮能量和蛋白质水平对 5~9 周龄大午粉 1 号商品代蛋雏鸡小肠发育的影响

由表 5 可知，饲粮能量、蛋白质水平以及二者的互作效应对蛋雏鸡的小肠总长，十二指肠相对长度、空肠相对长度、回肠相对长度均无显著影响（P＞0.05）。Ⅰ组蛋雏鸡的小肠总长显著低于Ⅴ组（P＜0.05）。Ⅰ组蛋雏鸡的空肠相对长度显著高于除Ⅳ组外的其他组（P＜0.05）。

表 5 饲粮能量和蛋白质水平对 5~9 周龄大午粉 1 号商品代蛋雏鸡小肠发育的影响

Table 5 Effects of dietary energy and protein levels on small intestinal development of *Dawufen* No.1 commercial layer chicks aged 5 to 9 weeks

项目 Items		小肠总长 Total length of small intestine/mm	十二指肠相对长度 Duodenum relative length	空肠相对长度 Jejunum relative length	回肠相对长度 Ileum relative length
组别 Groups	Ⅰ	119.42±6.95^{a}	0.28±0.28	0.41±0.01^{a}	0.31±0.03
	Ⅱ	124.74±8.81^{ab}	0.31±0.02	0.38±0.02^{b}	0.31±0.01
	Ⅲ	129.02±12.34^{ab}	0.28±0.01	0.38±0.02^{b}	0.33±0.02
	Ⅳ	133.04±8.71^{ab}	0.29±0.02	0.39±0.03^{ab}	0.31±0.02
	Ⅴ	135.38±6.97^{b}	0.29±0.02	0.39±0.03^{b}	0.32±0.01
	Ⅵ	125.26±6.33^{ab}	0.28±0.01	0.38±0.02^{b}	0.33±0.03
	Ⅶ	131.54±11.37^{ab}	0.29±0.02	0.39±0.01^{b}	0.33±0.02

chinaXiv:201812.00401v1

	Ⅷ	123.98±11.50[ab]	0.30±0.03	0.38±0.02[b]	0.32±0.03
	Ⅸ	131.64±9.23[ab]	0.29±0.02	0.38±0.01[b]	0.34±0.02
主效应 Main effects					
能量水平	12.42	124.39±9.80	0.29±0.02	0.39±0.02	0.32±0.02
Energy	11.92	131.23±8.19	0.29±0.01	0.39±0.02	0.32±0.02
level/(MJ/kg)	11.42	128.72±11.20	0.29±0.03	0.38±0.01	0.33±0.03
	18.75	128.89±10.92	0.29±0.02	0.39±0.02	0.32±0.03
蛋白质水平	17.75	127.18±10.60	0.30±0.03	0.38±0.02	0.32±0.02
Protein level/%	16.75	128.64±9.31	0.29±0.02	0.38±0.02	0.33±0.02
P 值 *P*-value					
能量水平 Energy level		0.317	0.531	0.266	0.471
蛋白质水平 Protein level		0.156	0.932	0.250	0.459
能量水平×蛋白质水平 Energy level×protein level		0.065	0.865	0.392	0.996

2.5 饲粮能量和蛋白质水平对 5~9 周龄大午粉 1 号商品代蛋雏鸡血清生化指标的影响

由表 6 可知，饲粮能量水平以及能量水平与蛋白质的互作效应对蛋雏鸡血清中甘油三酯的含量均有显著影响（$P<0.05$），蛋白质水平对其无显著影响（$P>0.05$）。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组蛋雏鸡血清中甘油三酯的含量显著高于Ⅴ、Ⅵ、Ⅷ和Ⅸ组（$P<0.05$）。随着饲粮能量水平的升高，蛋雏鸡血清中甘油三酯的含量随之升高，且能量水平为 12.42 MJ/kg 时显著高于能量水平为 11.92 和 11.42 MJ/kg 时（$P<0.05$）。此外，Ⅰ组蛋雏鸡血清中尿酸的含量显著高于其他各组（$P<0.05$）。

表 6 饲粮能量和蛋白质水平对 5~9 周龄大午粉 1 号商品代蛋雏鸡血清生化指标的影响

Table 6 Effects of dietary energy and protein levels on serum biochemical indexes of *Dawufen* No.1 commercial layer chicks aged 5 to 9 weeks

chinaXiv:201812.00401v1

项目 Items		葡萄糖 GLU/(mmol/L)	尿酸 UA/(umol/L)	甘油三酯 TG/(mmol/L)	总胆固醇 TC/(mmol/L)	总蛋白 TP/(g/L)	白蛋白 ALB/(g/L)
组别 Groups	Ⅰ	11.34±0.12	259.77±3.77^{a}	0.88±0.06^{a}	3.09±0.29	35.27±1.87	16.86±1.82
	Ⅱ	11.17±0.74	250.82±5.47^{b}	1.03±0.12^{a}	3.16±0.66	35.93±3.57	14.91±0.76
	Ⅲ	10.65±1.40	249.23±4.76^{b}	0.88±0.32^{a}	3.18±0.17	36.23±4.21	15.89±1.45
	Ⅳ	10.64±1.35	249.01±4.86^{b}	0.80±0.20^{ab}	2.79±0.42	35.93±5.36	16.13±1.18
	Ⅴ	10.44±2.56	247.33±3.57^{b}	0.47±0.20^{cd}	2.91±0.36	31.97±3.19	15.56±1.52
	Ⅵ	10.37±0.94	250.30±6.24^{b}	0.57±0.03^{bcd}	2.97±0.22	35.03±2.97	14.85±0.88
	Ⅶ	10.64±1.35	249.01±4.86^{b}	0.80±0.20^{ab}	2.79±0.42	35.93±5.36	16.13±1.18
	Ⅷ	10.44±2.56	247.33±3.57^{b}	0.47±0.20^{cd}	2.91±0.36	31.97±3.19	15.56±1.52
	Ⅸ	10.37±0.94	250.30±6.24^{b}	0.57±0.03^{bcd}	2.97±0.22	35.03±2.97	14.85±0.88
主效应 Main effects							
能量水平 Energy level/(MJ/kg)	12.42	11.06±0.85	253.27±6.40	0.93±0.19^{a}	3.14±0.37	35.81±2.95	15.89±1.49
	11.92	10.48±1.53	248.88±4.53	0.61±0.20^{b}	2.89±0.31	34.31±3.90	15.51±1.20
	11.42	10.04±0.31	248.37±3.23	0.50±0.20^{b}	2.76±0.43	33.84±3.46	15.18±1.23
蛋白质水平 Protein level/%	18.75	10.73±0.88	252.64±6.53	0.81±0.13	2.87±0.43	35.71±3.28	15.96±1.63
	17.75	10.55±1.43	248.65±3.83	0.64±0.32	2.95±0.41	34.09±3.55	15.29±0.98
	16.75	10.29±0.91	249.23±4.53	0.59±0.29	2.97±0.37	34.17±3.60	15.33±1.22
P 值 *P*-value							
能量水平 Energy level		0.131	0.085	<0.001	0.112	0.463	0.526
蛋白质水平 Protein level		0.705	0.221	0.204	0.861	0.545	0.489
能量水平×蛋白质水平		0.817	0.091	<0.001	0.837	0.605	0.648

chinaXiv:201812.00401v1

chinaXiv:201812.00401v1

Energy level×protein level

2.6 5～9 周龄大午粉 1 号商品代蛋雏鸡能量和蛋白质需要量的确定

2.6.1 根据多元线性回归模型估测 5～9 周龄大午粉 1 号商品代蛋雏鸡的能量和蛋白质的需要量

以饲粮中能量和蛋白质水平有显著互作效应的检测指标为因变量 Y，以饲粮蛋白质水平为自变量 X_1，能量水平为自变量 X_2，按照 Y=aX_1+bX_2+c 的数学模型进行二元线性回归分析。由表 7 可知，所得到的线性方程中均关于饲粮蛋白质水平不显著（P>0.05）。

表 7 利用多元线性回归模型估测 5～9 周龄大午粉 1 号商品代蛋鸡的能量和蛋白质需要量

Table 7 The equation of Energy and protein requirements of *Dawufen* No.1 commercial chicks aged 5 to 9 weeks estimated by multivariate linear regression models

项目 Items	回归方程 Regression equation	*P* 值 *P*-value		
		常数	X_1	X_2
胸宽 Chest breadth	Y=0.017X_1＋2.100X_2+28.50 (R^2=0.833)	0.010	0.934	0.002
龙骨长 Keel length	Y=-0.08X_1＋2.013X_2+59.773 (R^2=0.789)	<0.001	0.721	0.003
血清甘油三酯含量 Serum TG content	Y=0.107X_1＋0.433X_2—6.379 (R^2=0.750)	0.009	0.110	0.009

2.6.2 大午粉 1 号商品代蛋雏鸡的能量需要量

以饲粮能量水平为自变量 X，以饲粮能量水平有显著影响的检测指标为因变量 Y，按照 Y=aX^2+bX+c 的数据模型建立一元二次回归方程。如表 8 所示，结合胸宽、龙骨和血清甘油三酯含量，5～9 周龄蛋雏鸡的能量需要量为 11.427 MJ/kg。

表 8 利用二次回归模型估测 5～9 周龄大午粉 1 号商品代蛋雏鸡的能量需要量

Table 8 Energy requirement of *Dawufen* No.1 commercial chicks aged 5 to 9 weeks estimated by quadratic regression equations

项目 Items	回归方程	*P* 值	需要量

	Regression equation	*P*-value	Requirement /(MJ/kg)
胸宽 Chest breadth	Y=2.093X^2-47.805X+334.602 (R^2=0.902)	0.001	11.420
龙骨长 Keel length	Y=2.293X^2-52.660X+383.823 (R^2=0.869)	0.002	11.483
血清甘油三酯含量 Serum TG content	Y=0.400X^2-9.103X+52.283 (R^2=0.646)	0.044	11.379
平均值 Mean			11.427

2.6.3 大午粉 1 号商品代蛋雏鸡的蛋白质需要量

以饲粮能量水平为自变量 *X*，以饲粮蛋白水平有显著影响的检测指标为因变量 *Y*，按照 Y=aX^2+bX+c 的数据模型建立一元二次回归方程。如表 9 所示，结合终末体重指标，5～9 周龄蛋雏鸡饲粮中适宜的蛋白质水平为 17.902%。

表 9　利用二次回归模型估测 5～9 周龄大午粉 1 号商品代蛋雏鸡的蛋白质需要量

Table 9　Protein requirement of *Dawufen* No.1 commercial chicks aged 5 to 9 weeks estimated by quadratic regression equations

项目 Item	回归方程 Regression equation	*P* 值 *P*-value	需要量 Requirement/%
末期体重体重 FBW	Y=-30.918X^2+1 106.99X-8 846.874 (R^2=0.634)	0.044	17.902

chinaXiv:201812.00401v1

表4　饲粮能量和蛋白质水平对5~9周龄大午粉1号商品代蛋雏鸡器官指数的影响

Table 4　Effects of dietary energy and protein levels on organ indexes of *Dawufen* No.1 commercial layer chicks aged 5 to 9 weeks

项目 Items		心脏指数 Heart index	肝脏指数 Liver index	胰腺指数 Pancreas index	脾脏指数 Spleen index	胸腺指数 Thymus index	法氏囊指数 Bursa of Fabricius index
组别 Groups	Ⅰ	0.53±0.04^{a}	1.79±0.17^{a}	0.24±0.02^{a}	0.23±0.03^{a}	0.39±0.13	0.09±0.05^{ab}
	Ⅱ	0.54±0.03^{ab}	2.19±0.17^{c}	0.25±0.03^{ab}	0.25±0.05^{ab}	0.29±0.13	0.15±0.07^{ab}
	Ⅲ	0.56±0.05^{ab}	1.88±0.20^{ab}	0.24±0.02^{a}	0.27±0.04^{c}	0.31±0.14	0.13±0.07^{ab}
	Ⅳ	0.62±0.09^{b}	2.15±0.34^{bc}	0.28±0.03^{b}	0.26±0.04^{bc}	0.32±0.10	0.07±0.03^{a}
	Ⅴ	0.53±0.02^{a}	1.94±0.06^{abc}	0.25±0.03^{ab}	0.27±0.05^{c}	0.37±0.09	0.16±0.10^{b}
	Ⅵ	0.54±0.08^{ab}	2.03±0.26^{abc}	0.24±0.03^{a}	0.23±0.06^{a}	0.25±0.08	0.08±0.02^{a}
	Ⅶ	0.53±0.04^{a}	2.02±0.26^{abc}	0.24±0.02^{a}	0.21±0.06^{a}	0.26±0.08	0.14±0.06^{ab}
	Ⅷ	0.54±0.09^{ab}	1.83±0.13^{a}	0.23±0.02^{a}	0.21±0.03^{a}	0.30±0.08	0.10±0.07^{ab}
	Ⅸ	0.52±0.07^{a}	2.22±0.31^{c}	0.26±0.04^{ab}	0.29±0.07^{c}	0.32±0.09	0.08±0.02^{ab}
主效应 Main effects							
能量水平	12.42	0.54±0.04	1.95±0.24	0.24±0.03	0.25±0.05	0.33±0.13	0.12±0.07
Energy	11.92	0.56±0.08	2.04±0.25	0.26±0.03	0.25±0.05	0.31±0.09	0.10±0.07

chinaXiv:201812.00401v1

level/(MJ/kg)							
	11.42	0.53±0.07	1.99±0.26	0.24±0.03	0.23±0.06	0.29±0.08	0.11±0.07
蛋白质水平	18.75	0.55±0.07	1.99±0.28	0.25±0.03	0.23±0.05	0.35±0.11[a]	0.11±0.06
Protein level/%	17.75	0.54±0.06	1.95±0.19	0.24±0.03	0.23±0.05	0.27±0.10[b]	0.13±0.08
	16.75	0.54±0.07	2.04±0.28	0.25±0.03	0.26±0.06	0.28±0.10[b]	0.09±0.05
P 值 *P*-value							
能量水平 Energy level		0.358	0.997	0.645	0.341	0.623	0.874
蛋白质水平 Protein level		0.811	0.237	0.460	0.124	0.029	1.000
能量水平×蛋白质水平 Energy level×protein level		0.383	0.854	0.046	0.093	0.548	0.220

chinaXiv:201812.00401v1

3 讨 论

3.1 饲粮中能量和蛋白质的组合效应对5~9周龄大午粉1号商品代蛋雏鸡的影响

动物饲粮中能量和蛋白质的营养关系是相互依存的，饲粮中能量和蛋白质比例不当将会导致营养障碍，降低饲料利用率，只有能量和蛋白质保持适当比例时饲粮才能发挥最大的利用效率。本试验结果表明，饲粮能量水平与蛋白质水平的互作效应对5~9周龄大午粉1号商品代蛋雏鸡的生长性能无显著影响，这一结果与康相涛等[7]的研究结果一致。饲粮能量水平与蛋白质水平的互作效应显著影响5~9周龄大午粉1号商品代蛋雏鸡的胸宽、龙骨长及血清甘油三酯含量，但在利用多元线性回归模型估测5～9周龄大午粉1号商品代蛋雏鸡能量和蛋白质需要量时发现，饲粮蛋白质水平对效应值均不存在显著差异。

3.2 饲粮能量和蛋白质水平对5~9周龄大午粉1号商品代蛋雏鸡生长性能的影响

畜禽的生产性能与饲粮能量水平密切相关[11]。饲粮中能量水平高于阈值时，消化道中食糜的成分以及吸收养分的浓度发生变化，蛋鸡的采食量随着饲粮中能量水平的增加而下降。石天虹等[12]研究发现，饲粮能量水平由11.49 MJ/kg上升到12.57 MJ/kg时，海兰白W-36蛋雏鸡育成期的采食量显著下降，体重显著升高。本试验结果发现，饲粮能量水平由11.42 MJ/kg上升到12.42 MJ/kg时，蛋雏鸡的ADFI、终末体重无显著差异。不同的生长环境以及蛋鸡品种可能是导致试验结果差异的主要因素。许晟玮[13]研究发现，饲粮能量水平由11.65 MJ/kg上升到12.85 MJ/kg时，广西桂香鸡育成期F/G显著上升，与本试验的研究结果一致。结合蛋雏鸡的ADFI、F/G指标，说明饲粮能量水平在11.42 MJ/kg时饲料的利用率最高。许晟玮等[13]研究发现，随着饲粮蛋白质水平的升高（由15%上升到18%），广西桂香鸡育成期的F/G没有显著变化，本试验结果与此相一致。Halle[14]研究发现蛋白质是影响蛋鸡采食量的重要因素，而本试验结果则表明饲粮蛋白质水平对蛋雏鸡的ADFI没有显著影响。造成试验结果不同的可能原因如下：1）试验中饲粮蛋白质水平设计不一致，本试验中所设计的饲粮蛋白质水平并未达到蛋雏鸡蛋白质需要量的极限；2）蛋鸡的品种不同对蛋白质的需要量不一致。拟合终末体重（Y）与饲粮蛋白质水平(X)得到方程 Y=-30.918X^2+1 106.99X-8 846.874 (R^2=0.634)，由此方程得到饲粮蛋白质水平为17.902%时，蛋雏鸡在9周龄的体重达到最大值。

chinaXiv:201812.00401v1

ChinaXiv合作期刊

3.3 饲粮能量和蛋白质水平对 5~9 周龄大午粉 1 号商品代蛋雏鸡体尺指标的影响

体型是家禽生长发育状况的外在体现，也是反映群体饲养管理水平和均匀度的重要指标[15]；同时，胫长是评价蛋鸡生产性能的重要指标之一[16]。本试验结果表明，随着饲粮能量水平的升高，蛋雏鸡的胫长、胸宽、龙骨长呈上升的趋势。拟合饲粮能量水平（X）与胸宽(Y)得到方程 Y=2.093X^2-47.805X+334.602(R^2=0.902)，由此方程得到饲粮能量水平为 11.420 MJ/kg 时，蛋雏鸡胫长最佳；拟合饲粮能量水平（X）与龙骨长(Y)得到方程 Y=2.293X^2-52.660X+383.823(R^2=0.869)，由此方程得到饲粮能量水平为 11.483 MJ/kg 时，蛋雏鸡龙骨长最佳。

本试验结果显示饲粮蛋白质水平对大午粉 1 号商品代蛋雏鸡的胫长、胸宽、龙骨长均无显著影响，与王馨悦等[17]的研究结果一致。这一结果表明饲粮中蛋白质水平在 16.75%～18.75%都能满足 5～9 周龄蛋雏鸡的蛋白质需要量。

3.4 饲粮能量和蛋白质水平对 5~9 周龄大午粉 1 号商品代蛋雏鸡器官指数的影响

胸腺、脾脏、法氏囊是直接参与家禽体液免疫和细胞免疫的器官，Akyuzdames 等[18]研究表明这 3 种器官的重量可以用来评价雏鸡的免疫状态，重量越大，免疫功能越强；免疫器官指数反映了家禽机体的免疫功能[19]。胸腺是调控免疫系统的主要内分泌腺，胸腺基质细胞可以产生多种多肽类激素，不仅参与外周成熟 T 细胞的调节，也能促进胸腺细胞的分化成熟[20]。本试验结果显示饲粮蛋白质水平对蛋雏鸡的胸腺指数有显著的影响。高蛋白质组蛋雏鸡胸腺指数相比于中和低蛋白质组显著升高，这可能是因为高蛋白质水平饲粮为蛋雏鸡生长提供了更多的蛋白质，促进了胸腺基质细胞生长，进而促进了胸腺的生长发育。饲粮蛋白质水平对除胸腺指数外的其他器官指数均没有产生显著影响，说明在蛋雏鸡生长过程中这些器官的发育与机体的生长发育相匹配，这可能是因为动物具有器官发育与整体发育相匹配的本能。本试验结果还显示饲粮能量水平对蛋雏鸡的器官指数没有显著影响，这说明蛋雏鸡饲粮中能量水平在 11.42～12.42 MJ/kg、蛋白质水平在 16.75%~18.75%时能够满足其器官生长发育所需。

3.5 饲粮能量和蛋白质水平对 5~9 周龄大午粉 1 号商品代蛋雏鸡血清生化指标的影响

血液中甘油三酯和胆固醇含量的变化情况是反映机体脂代谢功能是否正常的主要指标[21]。如果肝细胞受损或长期营养过剩，血液中胆固醇和甘油三酯的含量就会上升，进而使

chinaXiv:201812.00401v1

血液黏稠，超出一定范围即形成“高血脂”，严重时可引起动脉硬化，若血液中胆固醇和甘油三酯的含量偏低，则不利于机体新陈代谢，影响动物正常生长[22]。本试验结果表明，随着饲粮能量水平的升高，蛋雏鸡血清中甘油三酯和总胆固醇的含量呈现上升的趋势，这与鞠科等[23]的研究结果一致。拟合饲粮能量水平（X）与血清甘油三酯含量（Y）得到方程 Y=0.400X^2-9.103X+52.283 (R^2=0.646)，由此方程得到饲粮能量水平为 11.379 MJ/kg 时，蛋雏鸡血清中甘油三酯的含量达到最低值。饲粮蛋白质水平对所检测的血清生化指标均无显著影响，与余红心等[24]的研究结果一致。

4 结　论

本试验条件下，综合生长性能、体尺指标、器官指数、血清生化指标得出，5～9 周龄大午粉 1 号商品代蛋雏鸡的能量和蛋白质需要量分别为 11.419 MJ/kg 和 17.902%。

参考文献：

[1] 杨宁.2014 年我国蛋鸡产业状况及发展趋势[J].中国畜牧杂志,2015,51(2):32–37.

[2] 张利敏,姚军虎,董延.产蛋鸡粗蛋白质与代谢能需要量研究进展与应用[J].饲料工业,2012,33(3):13–16.

[3] DECUYPERE E,DECUYPERE,VERSTEGEN M W A.Insights into the metabolism and nutrition of poultry[J].Tijdschrift Voor Diergeneeskunde,1999,124(2):47–51.

[4] MORRIS T R.Nutrition of chicks and layers[J].Worlds Poultry Science Journal,2004,60(1):5–18.

[5] FORBES J M,SHARIATMADARI F.Short-term effects of food protein content on subsequent diet selection by chickens and the consequences of alternate feeding of high-and low-protein foods[J].British Poultry Science,1996,37(3):597–607.

[6] MURAKAMI A E,KIRA K C,FURLAN A C,et al.Influence of protein levels in the initial and growing phases of laying hens on performance in the production phase[J].Revista Da Sociedade Brasileira De Zootecnia,1997,26(5):955–958.

[7] 康相涛,田亚东,竹学军.5–8 周龄固始鸡能量和蛋白质需要量的研究[J].中国畜牧杂志,2002,38(5):3–6.

chinaXiv:201812.00401v1

ChinaXiv合作期刊

[8] RAUL DA CUNHA L N,COSTA F G P,DA SILVA J H V,et al.Crude protein and metabolizável energy levels for eggy-type pullets from 1 to 18 weeks of age[J].Ciência E Agrotecnologia,2008,32(1):258–266.

[9] 童海兵,王克华,陆俊贤,等.鸡种、日粮能量和日粮蛋白质对体尺性状的影响[J].中国家禽,2004(增刊 1):102-105.

[10] 姚锖丹.二次函数对称轴的求法及有关应用[J].中小学数学(初中版),2012(9):28.

[11] 刘作华,杨飞云,孔路军,等.日粮能量水平对生长育肥猪肌内脂肪含量以及脂肪酸合成酶和激素敏感脂酶mRNA表达的影响[J].畜牧兽医学报,2007,38(9):934-941.

[12] 石天虹,魏祥法,刘雪兰,等.日粮能量、蛋白水平对生长期蛋鸡生产性能影响规律的研究[J].饲料工业,2007,28(19):13–17.

[13] 许晟玮.广西桂香鸡适宜日粮能量蛋白水平研究[D].硕士学位论文.南宁:广西大学,2012.

[14] HALLE I.Effect of dietary lysine and methionine supplementation on pullet growth and of dietary protein and energy content on subsequent laying performance[J].Archiv Fur Geflugelkunde,2002,66(2):66–74.

[15] 李兴华,王德贺,高亚辉,等.矮小型蛋鸡胫长和生产性能的相关性分析[J].黑龙江畜牧兽医,2016(23):108–110.

[16] 宋丹,岳洪源,李连彬,等.京红蛋鸡体重、胫长和小肠生长规律及生长曲线拟合的研究[J].中国畜牧杂志,2015,51(5):18–24.

[17] 王馨悦,董博颖,马秋刚,等.“京红 1 号”商品代蛋鸡育雏期蛋白质需要量研究[J].中国饲料,2017(9):14–17,21.

[18] AKYUZDAMES L,ENGEL C,et al.The Vagus nerve,importance in immunodepression following stroke[J].Immunology,2012(137):551.

[19] 郭欣怡,张曼,韩飞,等.复合微生态制剂与黄芪多糖对鸡免疫器官指数和新城疫-禽流感免疫效果的影响[J].中国农学通报,2016,32(32):20-24.

[20] 耿素霞,李扬秋.胸腺功能及其测定方法的研究进展[J].免疫学杂志,2005,21(5):427–430.

[21] 周顺伍.动物生物化学[M].3 版.北京:中国农业出版社,1999:126–127

chinaXiv:201812.00401v1

[22] 田亚东.固始鸡能量和蛋白质营养需要量的研究[D].硕士学位论文.郑州:河南农业大学,2002.

[23] 鞠科,肖从兴.日粮不同能量水平对广西三黄鸡肉种鸡育成期的生产性能和血液生化指标影响[J].畜牧与饲料科学,2009,30(10):25-27.

[24] 余红心,贾俊静,李琦华,等.不同蛋白质水平日粮对云南武定鸡生长性能及血液生化指标的影响[J].中国饲料,2008(5):24–26.

Study on Dietary Energy and Protein Requirements of *Dawufen* No.1 Commercial Layer Chicks Aged 5 to 9 Weeks

ZHANG Meng[1] LI Qiang[1] LIU Ping[2] XU Lijun[3] SU Kun[2] WANG Dehe[1] ZHOU Rongyan[1] CHEN Hui[1*]

（1. *Collage of Animal Science and Technology*, *Hebei Agricultural University*, *Baoding* 071000, *China*; 2. *Hebei Dawu Farming and Animal Husbandry Group*, *Baoding* 071000, *China*; 3. *Baoding Livestock Husbandry Workstation*, *Baoding* 071000, *China*）

Abstract: Through setting up the regression models between dietary energy or protein levels and growth performance, serum biochemical indexes and organ indexes, the objective of this study was conducted to determine the dietary energy and protein requirements of *Dawufen* No.1 commercial layer chicks aged 5 to 9 weeks. Eight hundred and ten 28-day-old *Dawufen* No.1 commercial layer chicks with the same genetic background, similar body weight and good health were randomly divided into 9 groups with 6 replicates per group and 15 chicks per replicate. A 3 × 3 two-factor experiment design was adopted in this experiment. There were 9 diet were prepared, the energy level in the diet was 12.01, 12.51 and 13.01 MJ/kg, respectively, and the protein level in the diet was 19.81%, 20.81% and 21.81%, respectively. The experiment lasted for 35 days. The results showed as follows: 1) with the increase of dietary energy level, the tibia length, chest breadth, keel length, serum triglyceride content of layer chicks aged 9 weeks were increased, while the average daily gain （ADG） of layer chicks aged 5 to 9 weeks was firstly

*Corresponding author, professor, E-mail: 531613107@qq.com (责任编辑 菅景颖)

chinaXiv:201812.00401v1

chinaXiv:201812.00401v1

decreased and then increased. 2） With the increase of dietary protein level, the body weight and chest breadth of layer chicks aged 9 weeks and the ADG of layer chicks aged 5 to 9 weeks were firstly increased and then decreased. 3) The interaction between energy and protein levels re had significant effects on the chest breadth, keel length and serum triglyceride content ($P<0.05$). 4） According to quadratic curve estimation of the dietary energy level and chest breadth, keel length, serum triglyceride content, the optimal dietary energy level was 11.420, 11.483 and 11.379 MJ/kg, which could be averaged to 11.427 MJ/kg. According to quadratic curve estimation of the dietary protein level and body weight, the optimal dietary protein level was 17.902%. Combined with the body size indexes, growth performance, and serum biochemical indexes, the dietary energy and crude protein requirements of *Dawufen* No.1 commercial layer chicks aged 5 to 9 weeks are 11.427 MJ/kg and 17.902%, respectively.

Key words: *Dawufen* No.1 commercial layer chicks; energy; protein; requirement; regression analysis